

# 속리산국립공원 법주사지구 소나무림 식생천이와 식생관리 연구<sup>1a</sup>

이경재<sup>2\*</sup> · 기경석<sup>3</sup> · 최진우<sup>4</sup>

## Vegetation Succession and Vegetation Management of the *Pinus densiflora* S. et Z. Forest in the Beopjusa Area, Songnisan National Park<sup>1a</sup>

Kyong-Jae Lee<sup>2\*</sup>, Kyong-Seok Ki<sup>3</sup>, Jin-Woo Choi<sup>4</sup>

### 요 약

본 연구는 속리산국립공원 법주사 주변 소나무림을 대상으로 식생구조를 규명하고 17년간의 식생구조 변화를 비교 분석하여 소나무림의 보전관리방안 수립을 목적으로 하였다. 조사대상지는 속리산국립공원 법주사지구 내 속리산관리 사무소~법주사지구의 3.6km<sup>2</sup>이다. 현존식생 조사결과 전체면적 360ha중 소나무 우점림은 64.7%이었고 소나무-낙엽활엽수 혼효림이 3.2%로 주로 계곡 사면과 능선에 걸쳐 소나무림이 분포하고 있었고 계곡 토지이용지 주변은 소나무와 낙엽활엽수가 혼효된 지역이 산재하였다. 조사구별 평균 상대우점치에 의한 우점종의 구성으로 식생유형을 분류한 결과 천이잠재성이 낮은 소나무군집, 천이잠재성이 높은 소나무군집, 천이진행중인 소나무군집, 도태중인 소나무군집으로 구분할 수 있었다. 17년간 식생구조 변화 분석결과 소나무군집의 천이경향은 천이잠재성이 낮은 소나무군집(소나무 순림)→천이 잠재성이 높은 소나무군집(아교목층에 낙엽활엽수가 우점하는 소나무림)→천이진행 중인 소나무군집(소나무-산벚나무군집, 소나무-졸참나무군집)→도태중인 소나무군집(졸참나무-소나무군집, 갈참나무-소나무군집)→낙엽활엽수혼효군집으로 발달하는 것으로 파악되었다. 소나무림 식생관리 방안으로 천이잠재성이 높은 소나무군집은 아교목층 낙엽활엽수를 제거하는 적극적인 관리가 필요하며 천이진행중인 소나무군집은 교목층 낙엽활엽수 가치치기 정도의 소극적인 관리가 필요하였다. 도태되는 소나무군집은 소나무림이 유지되기 어려우므로 낙엽활엽수림으로 자연적인 천이가 될 수 있도록 유지하는 방안을 제시하였다.

주요어 : 상대우점치, 식생구조, 현존식생, 도태, 낙엽활엽수림

### ABSTRACT

This study is to establish a management method for conservation through comparison and analysis on vegetation structures of *Pinus densiflora* forest around Beopjusa area for past 17-year. The spatial range of the study was 3.6km<sup>2</sup> from maintenance office to Beopjusa area. The analysis results of the actual vegetation showed that the ratio of vegetation were composed of 64.7% of *Pinus densiflora* forest, 3.2% of mixed forest of *P.*

1 2008년 12월 31일, 수정(1차 : 2009년 2월 23일, 2차 : 2009년 3월 28일), 게재확정 2009년 4월 21일  
Received 31 December 2008; Revised(1st : 23 February 2008, 2nd : 28 March 2009); Accepted 21 April 2009  
2 서울시립대학교 도시과학대학 Collage of Urban Sciences, Univ. of Seoul(130-743),  
3 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Univ. of Seoul (130-743), Korea)  
4 (주)기술사사무소 L.E.T 부설 에코플랜연구센터 Eco Plan Research Center  
a 이 논문은 2006년도 서울시립대학교 교내 학술연구비에 의하여 연구되었음  
\* 교신저자 Corresponding author(ecology@uos.ac.kr)

*densiflora* and deciduous broadleaf trees and 5.9% of deciduous broadleaf tree community out of overall area, 360ha. The type of *P. densiflora* forest were categorized into four communities; community having high potential of succession, community having low potential of it, the community being in the process of succession and community being in the process of natural selection. The succession tendency was in order of the community having low potential of succession(*P. densiflora* forest), having high potential of it(*P. densiflora* forest which is deciduous broadleaf trees are dominating in sub-canopy layer), being in the process of succession(*P. densiflora-Prunus sargentii* and *P. densiflora-Quercus serrata* community) and being in the process of natural selection(*Q. serrata-P. densiflora* and *Q. aliena-P. densiflora* community). In terms of vegetation management, *P. densiflora* forest having high potential of succession was needed to remove deciduous broadleaf trees in the sub-canopy layer and the community being in the process of succession was required to be pruning the branch in the canopy layer. Lastly, the community being in the process of natural selection was suggested to let it be in succession, since it is hard to be in the status of *P. densiflora* Forest.

**KEY WORDS : IMPORTANCE PERCENTAGE, VEGETATION STRUCTURE, ACTUAL VEGETATION, NATURAL SELECTION, DECIDUOUS BROADLEAF TREES**

## 서론

소나무는 우리 민족의 삶, 역사, 문화와 더불어 청림, 인내, 절개, 의지 등을 상징하며 전통사찰 및 문화재 등의 건축재료 및 주요한 경관요소로서 고유한 문화경관을 형성해왔다. 소나무는 풍수지리상 중요한 위치에 심겨지는 나무로서 조선시대까지는 왕릉이나 유명사찰 주위에 식재하였다(Lee, 1973). 그러나 1910년 한일합방 이후 혼란기를 거치는 동안 보호를 받아 오던 우량형질의 소나무가 우리전통공간에서 훼손되고, 1970년 이후 솔잎혹파리 피해에 의해 많은 소나무가 잘려나갔다. 또한 우리나라의 소나무림은 전국적으로 감소 추세인데 주로 낙엽활엽수 세력 확대에 따른 소나무 도태가 주된 이유이다(Lee et al., 1990).

소나무림에 관한 연구는 주로 식생구조 특성과 천이계열을 밝히고 이를 통해 소나무림 관리방안을 제시하는 연구가 진행되었다(Song et al., 1995; Yim et al., 1980, Lee, 1998; Lee and Lee, 1989). 특히 Lee et al.(1996)은 오대산국립공원 소나무림의 식생구조 특성을 밝히고 우량형질의 소나무 보전·관리 방안을 제시하였고, 가야산국립공원 소나무림의 식물군집구조를 규명하고 15년간의 식생구조 변화를 비교 분석하여 소나무림의 보전관리방안 수립을 위한 기초자료를 제공하였다(Lee et al., 2006). 이 외에 소나무림 식생관리 방안으로 소나무와 경쟁종인 낙엽활엽수의 밀도를 조절하는 방법(Jo, 1987; Lee et al., 1998)과 우량소나무 개체를 선발하여 양묘한 소나무 묘목을 조립하는 방법(Oh et al., 1998)이 제시된 바 있다.

속리산지역 소나무림에 관한 연구로는 Lee et al.(1990)

은 범주사 소나무림을 대상으로 식물군집구조를 조사한 결과 소나무림에서 졸참나무, 갈참나무림으로 천이를 예측한 바 있으며 소나무림 자연경관 보호를 위해 방해극상 방법의 관리를 제안하였다. Lee(2008)는 범주사 주변 사찰림을 지역별로 유형화하여 경관자원을 파악하고 지역별 경관관리 방안을 제시하였다.

속리산국립공원 소나무림은 솔잎혹파리 피해와 관리부재로 면적이 감소되어 1985년에는 해발 400~800m의 복천암상고암에 이르는 지역이 소나무가 우점종이었으나(Ministry of Construction, 1985), 현재는 해발 350~450m에 이르는 사내리-범주사 인근에만 소나무가 우점종으로 남아 있다. 특히 오리숲 인근인 속리산국립공원 주차장에서 속리산에 이르는 도로 서쪽은 과거부터 사찰림으로 관리되어온 형질이 좋은 소나무가 문화경관을 형성하고 있어 이 지역의 보존 대책이 요구된다(Lee et al., 1990).

따라서 본 연구는 속리산국립공원의 절경 중 하나인 범주사 주변 소나무림을 대상으로 식생구조를 규명하고 17년간의 식생구조 변화를 비교분석하여 범주사 소나무림의 보전관리방안 수립을 목적으로 하였다.

## 연구방법

### 1. 연구대상지

조사대상지는 속리산국립공원 범주사지구내 소나무림이 집중적으로 분포하는 속리산관리사무소~범주사에 이르는 약 3.5km구간을 대상으로 하였다. 조사범위는 범주사 사찰

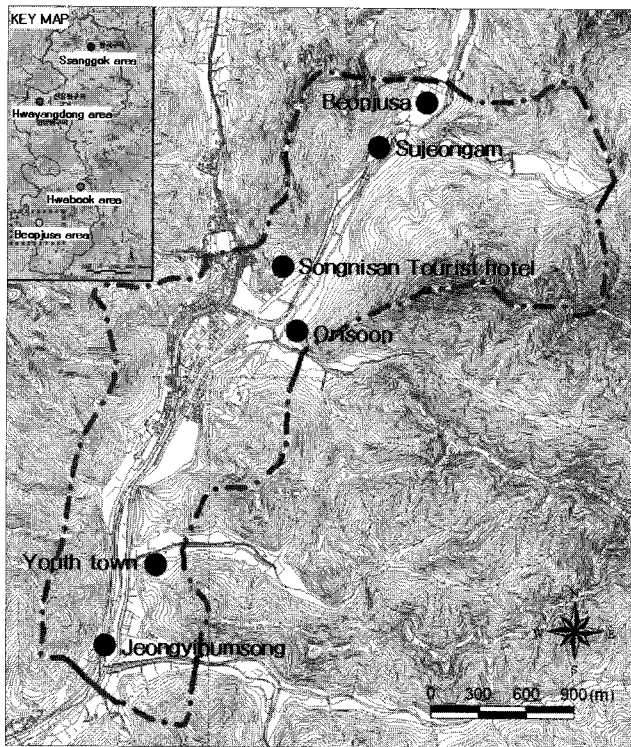


Figure 1. The location map of the survey site in the Beopjusa area, Songnisan National Park

림으로서 문화경관을 형성하고 있는 소나무림 경관형성지역을 고려하여 법주사 주변 능선부를 경계로 한 유역권 내부 3.6km<sup>2</sup>(360ha)를 조사하였다.

## 2. 조사분석 방법

현존식생 조사는 대상지 교목층 식생상관에 의하여 우점종별 블록화하여 1/5,000 수치지형도에 도면화하였으며 현존식생 조사는 2006년 4월에 실시하였다. 식생구조 조사구는 10m×10m(100m<sup>2</sup>) 크기의 방형구 4개(400m<sup>2</sup>)를 1개소로 하여 산림 능선, 사면, 계곡 지역에 총 41개소를 설정하였으며 2006년 4월에 조사하였다. 식생조사는 Monk *et al.*(1969)의 방법을 참조하여 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하여 수관층위별로 실시하였다. 교목층과 아교목층은 10m×10m 크기의 방형구에서 수목의 흉고직경을, 관목층은 각 방형구에서 5m×5m 크기로 중첩해서 설치한 소형 방형구 1개소에서 수목의 수관폭(장변×단변)을 조사하였다.

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(importance percentage; I.P.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치

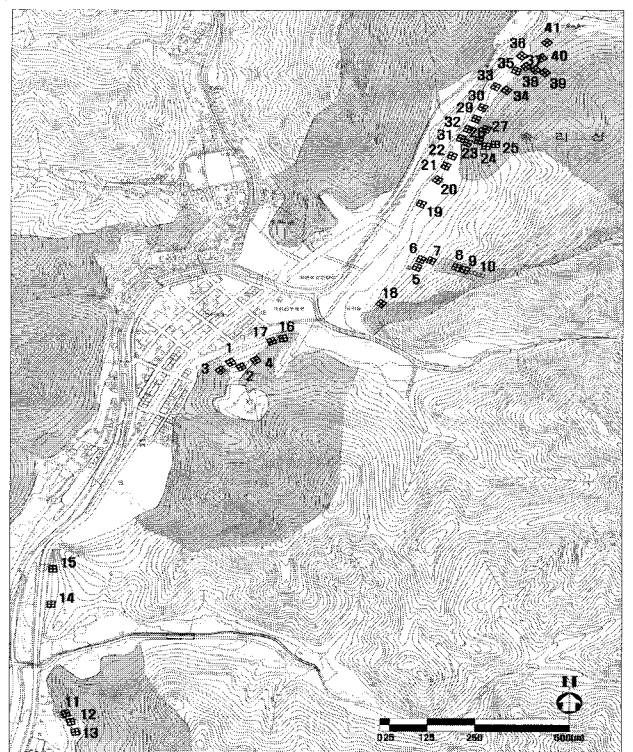


Figure 2. The location map of the survey plots of *Pinus densiflora* community in the Beopjusa area, Songnisan National Park

(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(importance percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였으며 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층I.P.×3+아교목층I.P.×2+관목층I.P.×1)/6으로 평균상대우점치(mean importance percentage; M.I.P.)를 구하였다.

군집의 분류는 평균 상대우점치 분석자료를 토대로 조사구별 우점종 구성에 의한 분류를 실시하였다. 이는 실질적인 식생관리를 위한 지역을 분류해내기 위한 것으로 소나무와 낙엽활엽수와의 경쟁관계를 고려하여 군집의 유형을 구분하였다.

소나무 및 경쟁수종의 수령 및 성장상태를 분석하기 위하여 조사구별 평균 흉고직경에 해당하는 교목층 우점종을 대상으로 1.2m 높이에서 목편추출기를 사용하여 목편을 추출하고, 추출한 나이테를 측정하여 두 수종간 연간 성장량을 비교하였다. 표본목의 선정은 소나무와 인접해 있어 경쟁중인 낙엽활엽수를 소나무와 함께 추출한 후 두 수종간 성장량 변화를 비교분석하였다.

17년간(1989~2006년) 소나무림 식생구조 변화는 1989년 Lee *et al.*(1990)에 의해 설정한 법주사 주변지역 소나무

림 식물군집구조 조사구 위치도를 이용하여 대상지를 파악하고 과거 야장에 표기되어 있는 수목의 위치를 확인하여 동일한 위치에 조사구를 설정하였다. 소나무림 식생구조 변화 파악을 위한 조사구는 동일한 지역에 총 7개 조사구(단위면적: 400m<sup>2</sup>)의 상대우점치 변화경향을 분석하였으며 이를 통해 식생발달을 예측하였다.

### IV. 결과 및 고찰

#### 1. 현존식생

현존식생 조사결과 전체면적 360ha중 소나무 우점림은 64.7%이었고 소나무-낙엽활엽수 혼효림이 3.2%, 낙엽활엽수림이 5.9%, 인공림은 0.8%이었다. 조경수식재지, 경작지, 초본식생지는 7.7%이었고 나지, 공원시설 등 기타 식생 미

Table 1. Area and percentage of Actual vegetation type in the Beopjusa area, Songnisan National Park

Type	Area(m <sup>2</sup> )	Ratio(%)
1. <i>Pinus densiflora</i> forest	2,335,670	64.7
2. <i>P. densiflora-Quercus serrata</i> forest	52,732	1.5
3. <i>P. densiflora-Prunus sargentii</i> forest	26,362	0.7
4. <i>P. densiflora-Zelkova serrata</i> forest	1,519	0.1
5. <i>P. densiflora-Abies holophylla</i> forest	7,963	0.2
6. <i>Q. serrata-P. densiflora</i> forest	12,032	0.3
7. <i>Q. aliena-P. densiflora</i> forest	15,021	0.4
8. <i>Q. serrata</i> forest	159,187	4.4
9. <i>Q. serrata-Castanea crenata</i> forest	12,174	0.3
10. <i>Q. acurissima</i> forest	5,057	0.1
11. <i>Salix koreensis</i> forest	29,606	0.8
12. Deciduous broad-leaved forest	9,358	0.3
13. <i>A. holopylla</i> forest	13,790	0.4
14. <i>A. holopylla-P. koraiensis</i> forest	3,983	0.1
15. <i>Larix leptolepis</i> forest	1,425	0.1
16. <i>P. koraiensis</i> forest	4,690	0.1
17. <i>Robinia pseudo-acacia</i> forest	4,180	0.1
18. The area planted with landscape woody species	89,076	2.5
19. Farm	127,127	3.5
20. Lawn fields	35,418	1.0
21. Grass land	24,539	0.7
22. Unpaved yard	3,843	0.1
23. Water	181,000	5.0
24. Park facility	43,038	1.2
25. Temple	55,877	1.6
26. Urbanized area	246,128	6.8
Total	3,607,743	100.0

분포지 및 시설지는 14.7%이었다.

연구대상지의 현존식생 분포현황 분석결과 주로 계곡 양측 사면과 능선지역에 걸쳐 대면적의 소나무림이 분포하고 있었고 계곡 양측의 토지이용이 이루어지고 있는 지역은 소나무-졸참나무림, 소나무-산벚나무림, 졸참나무-소나무림이 선형으로 분포하고 있어 소나무와 낙엽활엽수가 혼효된 지역이 산재하였다. 이는 법주사 지구 소나무림이 사찰림으로서 조선시대까지는 소나무림을 관리하였으나 한일합방이후 일제시대부터 방해극상적인 생태적 관리가 시도되지 않아 소나무에서 낙엽활엽수로의 생태적 천이가 진행(Lee, 1990)되는 것으로 주로 산림 주변부지역에서 생태적 천이가 진행되고 있음을 파악할 수 있었다.

#### 2. 식물군집구조

##### 1) 조사구 개황

Table 2는 속리산국립공원 법주사지구 소나무림 분포지역에 설정한 41개 조사지에 대해 조사구별 평균 상대우점치에 의한 우점종 구성에 의해 구분한 군집별 일반적 개황을 나타낸 것이다. 군집유형 I는 천이잠재성이 낮은 소나무군

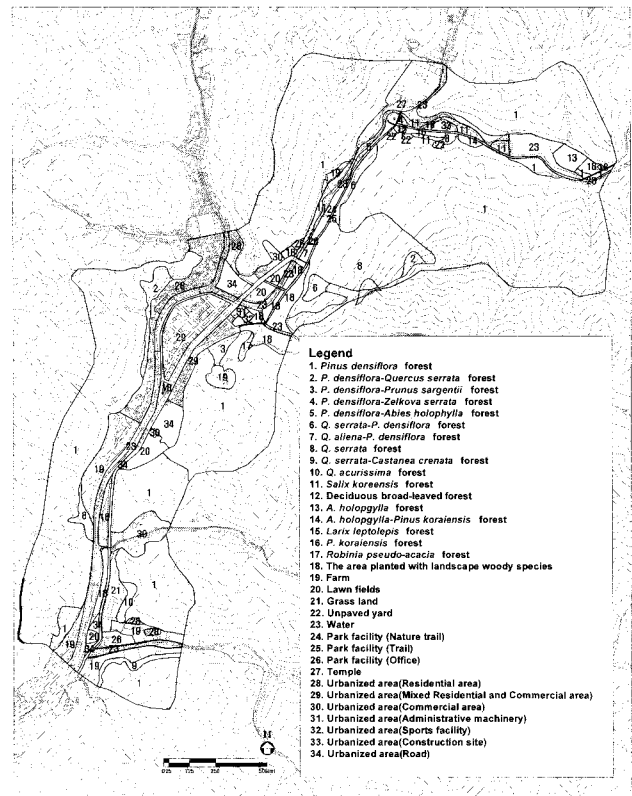


Figure 3. Actual vegetation map in the Beopjusa area, Songnisan National Park

집으로 경사도는 7~15°, 교목층 평균흉고직경 40~60cm, 교목층 식피율 65~75%이었다. 군집유형 II는 천이잠재성이 낮은 소나무군집으로 경사도는 4~33°, 교목층 평균흉고직경 32~60cm, 교목층 식피율 70~85%이었다.

군집유형 III, IV는 천이잠재성이 높은 소나무군집으로 경사도는 3~35°, 교목층 평균흉고직경 35~55cm, 교목층 식피율 70~80%, 아교목층의 식피율은 50~80%이었다. 군집유형 V, VI은 도태중인 소나무군집으로 경사도는 8~30°, 교목층 평균흉고직경 45~55cm, 교목층 식피율 70~80%, 아교목층의 식피율은 50~70%이었다. 군집유형 VII는 낙엽활엽수혼효군집으로 경사도는 3°, 교목층 평균흉고직경 25~50cm, 교목층 식피율 80~85%, 아교목층의 식피율은 60~80%이었다.

2) 군집분류

소나무군집 유형별 식생구조를 파악하기 위해 4개의 소나무군집 유형과 낙엽활엽수혼효군집에 따라 총 41개소의 조

사구를 분석하였다. 군집의 유형분류는 평균 상대우점치 분석자료를 토대로 조사구별 우점종 구성에 의한 분류를 실시하였다. 상대우점치 분석은 출현종간 세력을 정량적으로 비교하여 천이 경향 및 군집의 구조를 파악하는 기법(Han *et al.*, 2001, Lee *et al.*, 1990, Oh *et al.*, 1990)으로 정량적 수치에 의한 군집의 분류가 가능하다.

군집의 분류는 교목층 우점종에 소나무와 경쟁중인 낙엽활엽수의 우점여부와 아교목층에 교목성상의 수종 우점여부를 기준으로 천이잠재성이 낮은 소나무군집, 천이 잠재성이 높은 소나무군집, 천이진행 중인 소나무군집으로 구분하였다.

분류 결과 천이진행중인 소나무군집은 소나무-산벚나무군집과 소나무-졸참나무군집으로 구분되었으며 도태중인 소나무군집은 졸참나무-소나무군집, 갈참나무-소나무군집으로 구분되었다. 천이잠재성이 낮은 소나무군집(Community I)은 소나무 순림으로 4개 조사구이었으며 천이 잠재성이 높은 소나무군집(Community II)은 아교목층에 낙엽활엽수

Table 2. General description of the physical features and vegetation of the surveyed plots

Community		I								II											
Plots number		23	24	27	7	9	10	11	12	13	25	26	34	35	36	37	38	39	40	41	
Aspect		N75 W	N80 W	N80 W	N50 W	N40 W	N60 W	S50W	S60W	N70 W	N60 W	N70 W	N60 W	N65 W	N45 W	N55 W	N50 W	N55 W	N35 W	N30 W	
Slope(°)		13	7	15	15	27	30	33	15	20	8	7	5	7	7	5	4	5	5	5	
Plot area(m <sup>2</sup> )		400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	
Canopy	Height(m)	18	18	20	29	28	28	20	21	21	18	18	24	20	24	24	22	21	21	22	
	Mean DBH(cm)	50	50	40	60	55	55	33	33	32	40	40	50	60	60	50	45	50	50	50	
	Cover(%)	75	75	80	65	85	85	80	85	80	80	75	75	75	75	75	75	75	75	70	
Under story	Height(m)	8	8	10	8	9	8	8	8	6	7	7	10	10	8	8	10	10	10	10	
	Mean DBH(cm)	10	10	12	6	6	6	5	5	7	10	10	10	10	10	10	12	10	8	10	
	Cover(%)	80	80	80	70	60	60	50	50	50	80	80	70	70	70	70	70	80	80	70	
Shrub	Height(m)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Cover(%)	30	50	50	20	10	10	15	20	15	30	30	90	50	60	50	40	50	30	40	

Table 2. (Continued)

Community		III										IV					V			VI		VII		
Plots number		1	2	3	4	14	15	16	17	18	22	28	29	30	33	8	31	32	5	6	19	20	21	
Aspect		N30 W	N30 W	N30 W	N10 W	N90 W	N90 W	N0	N20 W	N60 W	N65 W	N50 W	N55 W	N65 W	N60 W	N40 W	N45 W	N50 W	N60 W	N60 W	N45 W	N50 W	N60 W	
Slope(°)		30	30	35	28	27	17	30	32	17	3~15	12	12	12	5	30	8	8	15	12	3	3	3	
Plot area(m <sup>2</sup> )		400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	500	400	400	400	400	
Canopy	Height(m)	24	24	24	22	22	17	19	20	16	18	22	23	23	24	28	23	24	26	26	18	18	15	
	Mean DBH(cm)	35	40	35	45	50	35	45	40	55	50	45	45	45	50	50	45	45	55	55	50	50	25	
	Cover(%)	80	80	80	70	80	70	75	75	70	80	80	80	80	70	70	80	80	70	70	80	80	85	
Under story	Height(m)	15	14	14	14	10	6	8	12	8	7	7	8	8	8	8	8	8	7	6	7	8	6	
	Mean DBH(cm)	18	16	12	8	7	6	8	12	9	8	10	10	10	10	6	10	10	4	4	10	10	10	
	Cover(%)	40	40	50	50	60	60	20	45	45	70	80	80	80	50	70	70	50	60	60	70	80	60	
Shrub	Height(m)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	Cover(%)	20	20	15	15	30	40	10	10	10	20	50	40	70	60	15	30	90	20	30	80	90	80	

Table 3. Mean importance percentage of the woody plants by the stratum in seven *Pinus densiflora* community types in the Beopjusa area, Songnisan National Park

Community Type Species Name	I								II											
	23	24	27	7	9	10	11	12	13	25	26	34	35	36	37	38	39	40	41	
<i>Pinus densiflora</i>	46.5	44.4	46.4	51.0	39.7	51.0	50.0	51.3	45.8	50.0	50.0	50.0	46.8	50.0	46.3	45.1	53.1	35.8	50.0	
<i>Prunus sargentii</i>	-	4.9	2.9	2.8	10.8	9.3	5.7	7.4	8.4	7.6	9.8	-	8.1	5.3	5.0	13.9	4.4	4.5	10.9	
<i>Quercus serrata</i>	3.7	6.0	5.9	-	6.6	4.1	3.6	7.6	8.8	4.6	7.5	12.8	9.0	5.5	16.7	14.9	16.1	22.3	5.4	
<i>Q. variabilis</i>	-	-	-	-	-	-	2.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	-	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-	5.7	10.3	-	-	-	-	-	
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	-	-	3.9	-	-	-	2.3	3.8	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-	
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	21.5	6.2	7.9	29.0	24.7	11.4	-	-	-	5.6	4.8	10.8	5.7	9.6	8.0	-	4.2	10.4	2.2	
<i>Q. mongolica</i>	-	-	2.1	-	-	-	7.2	-	3.4	2.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Others	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.4	13.4	21.8	20.0	9.1	19.7	

Table 3. (Continued)

Community Type Species Name	III									IV					V			VI		VII		
	1	2	3	4	14	15	16	17	18	22	28	29	30	33	8	31	32	5	6	19	20	21
<i>Pinus densiflora</i>	47.5	50.0	47.4	50.4	50.9	37.8	50.0	50.0	35.5	42.6	28.1	38.9	38.3	41.6	15.2	16.5	23.8	18.2	12.7	-	-	-
<i>Prunus sargentii</i>	29.1	30.8	26.0	25.4	15.0	17.2	22.5	28.3	21.2	-	5.0	2.1	-	2.7	5.5	2.4	2.7	2.5	3.9	-	-	-
<i>Quercus serrata</i>	-	-	-	-	15.1	8.5	-	-	4.4	11.7	27.6	21.4	14.8	9.6	34.8	34.9	27.5	11.7	-	-	32.1	-
<i>Q. aliena</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.5	37.3	36.5	-	-
<i>Q. variabilis</i>	-	-	-	-	2.5	6.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8	15.0	4.7	7.0	11.9	7.4	-	10.8	7.0	3.5	-	13.4	21.7	44.2
<i>Zelkova serrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.1	10.6	3.1
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	-	-	-	2.5	2.4	6.7	5.2	-	-	-	-	-	-	2.2	-	-	2.6	-	3.6	-	4.1
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	2.2	-	-	8.2	-	-	2.4	-	13.9	10.0	11.3	14.9	12.2	10.2	25.0	20.3	17.0	25.9	24.3	8.4	5.7	4.8
<i>A. mono</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	7.6	-
<i>Q. mongolica</i>	-	-	-	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	3.1	2.3	-	21.2
Others	16.3	22.8	18.2	10.9	7.3	29.8	13.2	4.4	13.7	11.0	19.1	4.5	19.3	23.4	24.7	3.6	24.4	3.3	13.7	12.4	38.1	28.4

가 우점하는 소나무림으로 15개 조사구이었다. 천이진행 중인 소나무군집(Community III, IV)은 소나무-산벚나무군집과 소나무-졸참나무군집으로 각각 9개소와 5개소이었다. 도태중인 소나무군집(Community V, VI)은 졸참나무-소나무군집 3개소와 갈참나무-소나무군집 2개소이었다. 낙엽활엽수혼효군집(Community VII)은 3개 조사구로 구분되었다.

3) 상대우점치

소나무군집 유형과 낙엽활엽수혼효군집의 상대우점치 분석결과 천이잠재성이 낮은 소나무군집(Community I)에는 아교목층에 아교목성상인 당단풍(I.P.: 31.6), 쇠물푸레(I.P.: 12.0)가 우점하였고 천이잠재성이 높은 소나무군집(Community II)에는 아교목층에 교목성상인 졸참나무(I.P.: 25.5), 산벚나무(I.P.: 20.2)가 우점하였다. 천이진행중인 소나무군집(Community III, IV)은 교목층에 소나무와 산벚나무(I.P.: 64.0)가 분포하는 군집과 졸참나무(I.P.: 24.9)가 분포하는 군집이었다. 도태중인 소나무군집에는 교목층에 소나

무보다 졸참나무(I.P.: 62.4, Community V)와 갈참나무(I.P.: 58.2, Community VI)의 세력이 높게 분석되었다. 낙엽활엽수 혼효군집(Community VII)에는 느티나무(I.P.: 19.4), 갈참나무(I.P.: 34.2), 까치박달(I.P.: 10.0) 등이 혼효되어 있었다.

소나무군집 유형에 따라 식생구조 현황과 식생발달을 예측하였다. 천이잠재성이 낮은 소나무군집은 산림 사면에 소규모로 분포하고 있으며 계속 유지될 것이며 천이잠재성이 높은 소나무군집은 산림 전체 사면부 아교목층과 관목층에 졸참나무가 우점하고 있어 점차 졸참나무림으로 천이진행이 예측되었다. 천이진행중인 소나무군집 중 범주사 입구 탐방로 및 계곡주변 산림 가장자리에 분포하는 지역은 졸참나무림으로 발달할 것이며 집단시설지구 산림 가장자리 계곡과 사면부에 분포하는 지역은 산벚나무림으로 천이가 예측되었다. 탐방로 계곡 주변에 분포하는 도태중인 소나무군집은 갈참나무, 졸참나무림으로 완전히 변할 것으로 판단되었다.

Table 4. Importance percentage of the woody plants by the stratum in seven community types

Community Type	I				II				III				IV			
	C <sup>a</sup>	U <sup>b</sup>	S <sup>c</sup>	M <sup>d</sup>	C <sup>a</sup>	U <sup>b</sup>	S <sup>c</sup>	M <sup>d</sup>	C <sup>a</sup>	U <sup>b</sup>	S <sup>c</sup>	M <sup>d</sup>	C <sup>a</sup>	U <sup>b</sup>	S <sup>c</sup>	M <sup>d</sup>
<i>Rhus trichocarpa</i>	-	6.4	3.5	2.7	-	5.3	3.0	2.3	-	0.6	1.7	0.5	-	1.3	3.0	0.9
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	0.4	0.1	-	-	2.3	0.4	-	-	7.0	1.2	-	-	2.2	0.4
<i>Quercus variabilis</i>	-	-	-	-	-	0.8	0.5	0.4	-	2.5	0.9	1.0	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	6.3	2.3	2.5	-	1.2	0.7	0.5	-	0.9	-	0.3	-	22.4	10.8	9.3
<i>Acer palmatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	3.4	1.4	-	-	-	-
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	-	1.4	0.2	-	-	6.2	1.0	-	-	-	-	-	-	3.7	0.6
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	-	31.6	10.7	12.3	-	13.1	5.4	5.3	-	4.4	7.3	2.7	-	32.1	4.6	11.5
<i>Ilex macropoda</i>	-	10.2	-	3.4	0.7	0.9	0.6	0.7	-	0.8	-	0.3	-	1.0	0.7	0.4
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	1.2	3.3	0.9	-	1.4	3.6	1.1	-	3.5	5.9	2.1	-	0.4	6.2	1.2
<i>Castanea crenata</i>	-	3.1	-	1.0	-	3.4	1.0	1.3	-	1.1	0.3	0.4	-	2.9	0.3	1.0
<i>Prunus sargentii</i>	-	10.1	0.8	3.5	0.8	20.2	2.0	7.5	5.2	64.0	0.9	24.1	-	6.0	0.3	2.0
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	-	4.2	0.7	-	0.3	4.7	0.9	-	0.3	8.2	1.5	-	-	1.8	0.3
<i>Pinus densiflora</i>	94.7	-	0.4	47.4	96.7	1.5	0.2	48.9	93.8	0.3	0.2	47.0	75.1	-	-	37.5
<i>F. sieboldiana</i>	-	12.0	24.7	8.1	-	4.9	16.6	4.4	-	0.7	1.2	0.4	-	1.0	3.1	0.9
<i>Q. mongolica</i>	-	2.5	0.2	0.9	-	3.5	0.5	1.3	-	2.4	-	0.8	-	-	-	-
<i>Sasa borealis</i>	-	-	6.5	1.1	-	-	0.4	0.1	-	-	0.7	0.1	-	-	13.9	2.3
<i>Q. serrata</i>	5.3	5.4	0.4	4.5	1.5	25.5	3.8	9.9	-	9.0	7.7	4.3	24.9	14.6	1.8	17.6
<i>Styrax obassia</i>	-	2.7	1.1	1.1	-	5.4	2.1	2.1	-	0.6	-	0.2	-	6.4	3.4	2.7
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	1.9	1.3	0.8	-	1.3	1.1	0.6	-	-	0.3	0.0	-	3.0	4.5	1.7
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	0.8	19.7	3.6	-	1.6	8.6	1.9	-	-	-	-	-	0.4	2.6	0.5
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	4.0	5.4	2.2	-	5.0	2.3	2.1	-	2.2	4.4	1.5	-	5.7	2.8	2.4
<i>E. alatus</i> for. <i>ciliato-dentatus</i>	-	-	0.2	0.0	-	-	1.8	0.3	-	-	9.7	1.6	-	0.2	2.0	0.4
others	-	1.8	13.5	2.9	0.3	4.6	32.6	7.1	1.0	4.0	40.3	8.6	-	2.6	32.4	6.3

\* a: importance percentage in canopy layer, b: importance percentage in understory layer, c: importance percentage in shrub layer, d: mean importance percentage

Table 4. (Continued)

Community Type	V				VI				VII			
	C <sup>a</sup>	U <sup>b</sup>	S <sup>c</sup>	M <sup>d</sup>	C <sup>a</sup>	U <sup>b</sup>	S <sup>c</sup>	M <sup>d</sup>	C <sup>a</sup>	U <sup>b</sup>	S <sup>c</sup>	M <sup>d</sup>
<i>Quercus aliena</i>	-	-	-	-	58.2	-	-	29.1	34.2	-	0.4	17.2
<i>Rhus trichocarpa</i>	-	4.9	-	1.6	-	0.7	-	0.2	-	-	-	-
<i>Acer mono</i>	-	-	0.7	0.1	-	-	-	-	4.7	0.9	1.4	2.9
<i>Carpinus cordata</i>	-	12.3	8.5	5.5	-	7.4	-	2.5	10.0	44.1	13.4	21.9
<i>Zelkova serrata</i>	-	-	-	-	-	0.6	-	0.2	19.4	3.4	3.0	11.3
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	-	2.5	0.4	-	-	-	-	-	-	8.4	1.4
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	-	45.3	20.1	18.5	-	52.6	47.0	25.4	-	16.5	5.0	6.3
<i>Pyrus pyrifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	-	1.0
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	1.7	4.1	1.2	-	4.7	3.8	2.2	-	6.7	1.5	2.5
<i>Prunus sargentii</i>	-	11.4	-	3.8	-	9.5	-	3.2	-	-	-	-
<i>Pinus densiflora</i>	37.6	-	-	18.8	30.2	-	2.5	15.5	-	-	-	-
<i>F. sieboldiana</i>	-	0.9	1.0	0.5	-	3.5	9.8	2.8	-	-	-	-
<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	1.3	0.2	-	-	12.0	2.0	-	-	1.9	0.3
<i>Sasa borealis</i>	-	-	20.0	3.3	-	-	-	-	-	-	14.4	2.4
<i>Q. serrata</i>	62.4	-	6.8	32.4	11.6	1.2	-	6.2	23.6	-	-	11.8
<i>Styrax obassia</i>	-	11.3	0.6	3.9	-	1.2	-	0.4	-	0.9	1.4	0.5
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	1.5	4.8	1.3	-	-	-	-	-	11.1	9.5	5.3
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	0.8	5.5	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	10.8	-	3.6	8.1	4.6	2.2	6.0
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	6.9	4.4	3.0	-	7.3	-	2.4	-	6.0	5.6	2.9
<i>Celtis sinensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	10.7	1.9
<i>E. alatus</i> for. <i>ciliato-dentatus</i>	-	-	2.6	0.4	-	-	2.5	0.4	-	0.3	10.7	1.9
others	-	3.1	17.0	3.9	-	0.6	22.4	3.9	-	2.6	21.0	4.4

\* a: importance percentage in Canopy layer, b: importance percentage in Understory layer, c: importance percentage in shrub layer, d: Mean importance percentage

Table 5. Analysis of the number of species and individuals of the seven *Pinus densiflora* community types in Beopjusa area, Songnisan National Park(Unit: 400 m<sup>2</sup>)

Community Type	No. of Species				No. of individual			
	Canopy	Understory	Shrub	Total	Canopy	Understory	Shrub	Total
I	2	12±2	19±3	24±4	11±2	59±2	359±134	429±131
II	1±1	14±4	20±7	25±7	12±7	85±30	309±155	407±150
III	2±1	8±3	12±3	18±4	13±3	40±9	120±74	173±73
IV	3±2	11±2	24±5	29±5	14±6	57±8	196±79	267±68
V	2	11±0	14±6	19±5	9±1	76±23	159±80	244±59
VI	2±1	10±1	8±2	16±2	7±2	72±8	84±20	162±23
VII	2±0	11±4	17±5	22±5	5±1	58±5	231±98	294±93

4) 종수 및 개체수

소나무군집 유형별 조사구의 종수 및 개체수를 파악한 결과 천이잠재성이 낮은 소나무군집(I)은 교목층에서 2종이 11개체 내외로 분포하면서 관목층에 다양한 수종이 분포하였고 천이잠재성이 높은 소나무군집(II)은 교목층에서 1종 내외로 출현하였고 아교목층에서 다양한 종이 분포하면서 개체수가 높은것으로 분석되었다. 천이진행중인 소나무군집(III, IV)은 교목층의 종수가 2~3종 내외이었으며 개체수가 13~14주 내외로 교목층에 다양한 종이 다수 분포하였다.

도태중인 소나무군집(V, VI)은 교목층에 2종 내외의 종수를 보이면서 개체수는 7~9주로 분석되었고 아교목층의 개체수가 72~76주로 높게 나타났다. 낙엽활엽수혼효군집(VII)은 교목층에서 2종 내외로 분포하였고 아교목층이 10~11종으로 분포하였다. 소나무군집 유형별 종수 및 개체

수 분석결과 소나무에서 낙엽활엽수로 천이가 진행됨에 따라 층위별 종수와 개체수가 다른 경향을 나타내고 있었다.

5) 교목층 수령

표본목 수령 분석결과 교목층 노령 소나무는 82~111년 생이었고 장령 소나무는 35~70년생이었다. 교목층에서 소나무와 함께 수관을 형성하여 경쟁하고 있는 졸참나무는 42~104년생이었고, 산벚나무는 28~41년생이었다. 도태중인 소나무군집의 졸참나무는 86~111년생이었고 갈참나무는 90~100년생이었다. 낙엽활엽수혼효군집은 34~78년생의 낙엽활엽수가 분포하였다.

Figure 4는 소나무의 흉고직경급별 분포에 따른 연령을 나타낸 것으로 흉고직경급별 분포는 군집구조의 이해와 생태적 천이를 추정하는 데 유용한 방법이다(Lee et al., 1990). 소나무의 흉고직경과 연령을 보면 흉고직경이 증가함에 따라 전체적으로 연령이 증가하는 경향을 보이기는

Table 6. The age of tree of *Pinus densiflora* community in Beopjusa area, Songnisan National Park

<i>Pinus densiflora</i> community type	Community Name	Species	H(m)	DBH (cm)	The age of tree		
					Max	Min	Mean
<i>P. densiflora</i> community having low potential of succession	<i>Pinus densiflora</i> community	<i>Pinus densiflora</i>	21~32	48~68	111	90	100
<i>P. densiflora</i> community having high potential of succession	<i>P. densiflora</i> community	<i>P. densiflora</i>	19~27	18~74	109	42	83
		<i>Q. serrata</i>	12~19	22~77	95	42	69
<i>P. densiflora</i> community be in the process of succession	<i>P. densiflora</i> - <i>Prunus sargentii</i> community	<i>P. densiflora</i>	13~27	25~64	88	35	69
		<i>Prunus sargentii</i>	13~19	18~35	41	28	35
	<i>P. densiflora</i> - <i>Quercus serrata</i> community	<i>P. densiflora</i>	18~25	49~63	98	85	89
		<i>Q. serrata</i>	15~23	25~57	104	73	94
<i>P. densiflora</i> community be in the process of natural selection	<i>Q. serrata</i> - <i>P. densiflora</i> community	<i>P. densiflora</i>	23~25	58~70	97	82	90
		<i>Q. serrata</i>	25~29	46~57	111	86	98
	<i>Q. aliena</i> - <i>P. densiflora</i> community	<i>P. densiflora</i>	22~26	41~59	95	74	85
Deciduous broad-leaved community	Deciduous broad-leaved community	<i>Q. aliena</i>	25	74	100	90	95
		<i>Carpinus cordata</i>	7~13	20~40	65	34	50
		<i>Q. serrata</i>	16	44	78	78	78
		<i>Cornus controversa</i>	15	22	36	36	36



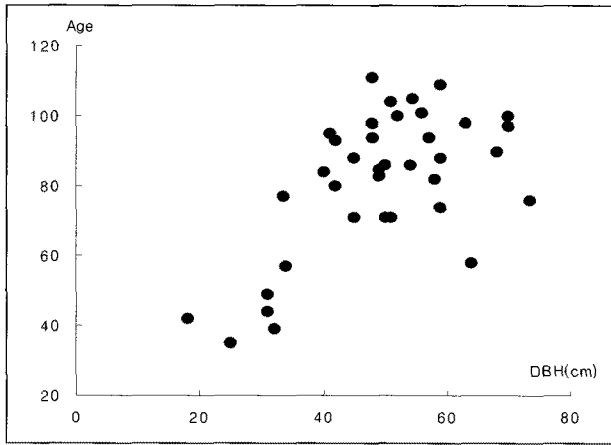


Figure 4. The relationship between the age of tree and DBH of *Pinus densiflora* community

하나 흉고직경 40cm 이상에서 대경목의 소나무가 집중 분포하고 있고 흉고직경 40cm 이하의 중소경목에서는 분포 밀도가 낮아 본 대상지의 소나무림이 노령화되었음을 알 수 있었다.

6) 성장량

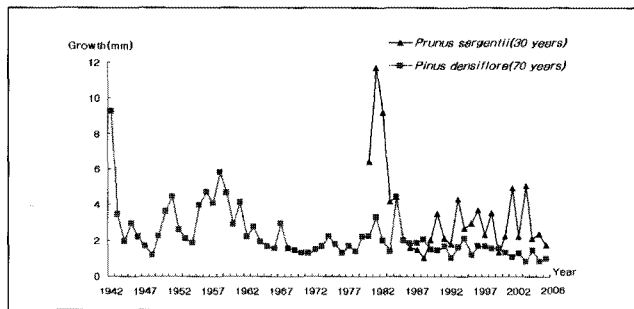
군집유형별 주요 조사구내 소나무와 낙엽활엽수간 경쟁에 의한 수목 성장량을 비교하기 위해 조사구내 경쟁상태에 있는 두 수목을 선정하여 성장량 변화를 분석하였다(Figure

5). 전체적으로 살펴보면 소나무의 초기성장량이 우세하다가 낙엽활엽수가 성장함에 따라 소나무의 생장이 감소하고 낙엽활엽수의 생장이 우세하게 진행되었다. 이는 소나무의 성장보다 경쟁중인 낙엽활엽수의 생장이 양호함을 의미하므로 현 상태를 방치할 경우 장차 소나무는 세력감소에 따라 도태되고 낙엽활엽수로의 천이진행이 예상되었다.

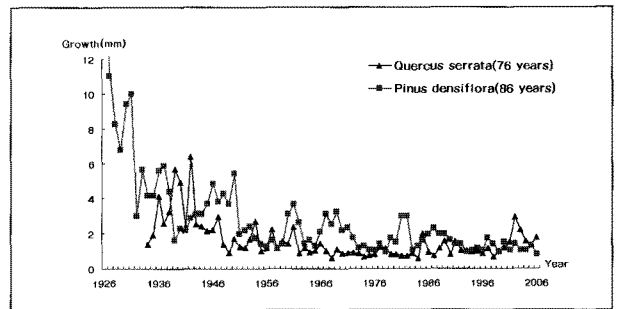
2. 17년간(1989~2006년) 식생구조 변화

1) 주요 우점종 세력관계 변화

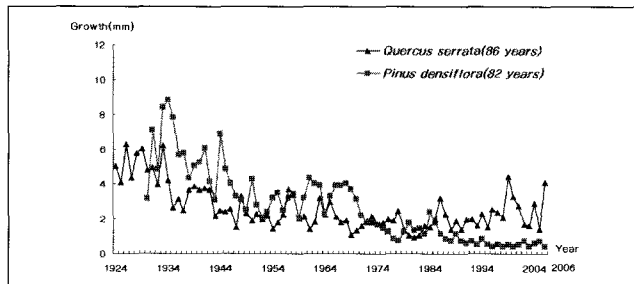
1989년 Lee et al.(1990)이 조사한 식생구조 조사구 중 7개소를 선정하여 2006년 동일지역을 조사하여 17년간 식생구조 변화를 분석하였다. 1989년을 기준으로 천이잠재성이 낮은 소나무군집 4개소, 천이진행중인 소나무군집 2개소, 도태중인 소나무군집 1개소이었다. 천이잠재성인 낮은 소나무군집에는 17년후 아교목층의 우점종이 개웃나무(I.P.: 29.4%), 당단풍(I.P.: 17.2%)에서 졸참나무(I.P.: 25.5%), 산벚나무(I.P.: 20.25%)로 바뀌어 천이잠재성이 높아지게 되었다. 천이진행중인 소나무군집에는 17년 후 졸참나무가 소나무보다 세력이 높아져 소나무가 도태되고 있었다. 과거 도태중인 소나무군집에는 교목층에서 소나무가 상대우점치 30.9%로 분포하고 있었으나 현재는 갈참나무(I.P.: 34.2%), 느티나무(I.P.: 19.4%), 까치박달(I.P.: 10.0%) 등 낙엽활엽수가 혼효되어 있었다.



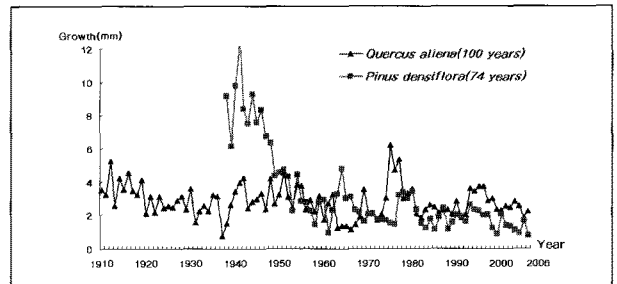
*Pinus densiflora-Prunus sargentii* community



*Pinus densiflora-Quercus serrata* community



*Quercus serrata-Pinus densiflora* community



*Quercus aliena-Pinus densiflora* community

Figure 5. Comparison of growth increment between *Pinus densiflora* and competing trees in studied area

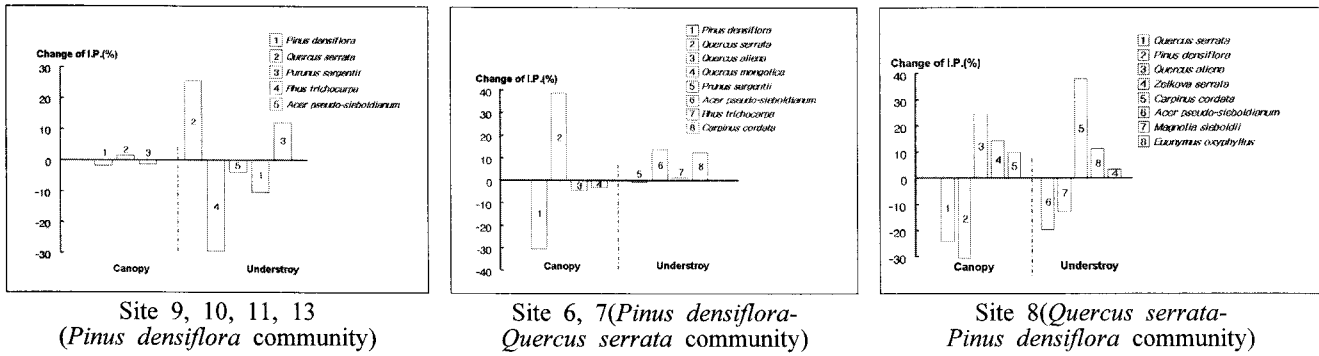


Figure 6. Variation of important percentage for 17 years

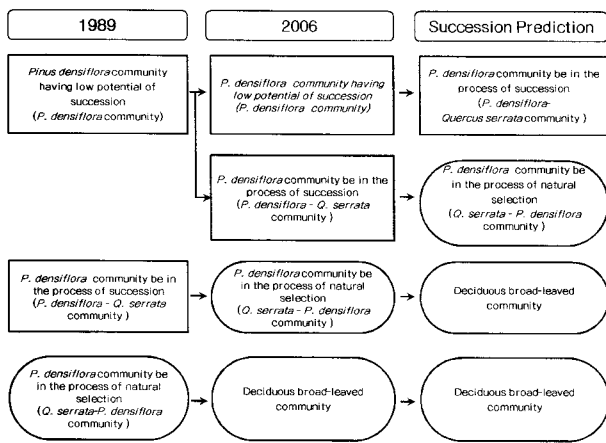


Figure 7. Prediction of vegetation change based on data for 17-years in the Beopjusa area, Songnisan National Park

2) 17년간 식생변화에 따른 식생변화 예측

17년간 소나무 식생구조 변화를 분석한 결과 소나무군집

의 천이경향은 천이잠재성이 낮은 소나무군집→천이잠재성이 높은 소나무군집→도태종인 소나무군집→낙엽활엽혼효군집으로 발달하는 것으로 파악되었다. 따라서 현 상태의 소나무림을 방지할 경우 천이에 의해 소나무 세력이 도태되어 문화경관적 가치가 우수한 속리산 소나무림 경관이 사라질 우려가 있다. 그러므로 국립공원내 소나무 문화경관의 지속적인 보존을 위해 소나무와 경쟁이 예상되는 낙엽활엽수의 관리가 필요할 것으로 판단된다.

이는 Lee et al.(2006)이 가야산국립공원 흥류동 계곡 소나무림을 대상으로 생태적 특성 및 기존 소나무림에 대한 15년간 식생구조 변화 실태를 분석하여 소나무림 보전관리 방안을 제시한 연구와도 맥락을 같이 하고 있다.

4. 소나무림 식생관리 방안

최근 국립공원의 중요한 관리방향으로 역사문화경관의 보존측면이 강조되고 있으며 이 중 사찰림의 고유경관 관리 측면이 대두되고 있다(Lee et al., 2008). 속리산국립공원 법주사지구 소나무숲은 방해극상의 수법에 의해 소나무림 경관을 유지시키기 위해 소나무림을 보호한 것으로(Lee et

Table 7. Direction and contents of vegetation management according to the type of Pinus densiflora community in the Beopjusa area, Songnisan National Park

Pinus densiflora community type	Course of vegetation management	Contents of vegetation management	Area(m <sup>2</sup> )	Ratio(%)
P. densiflora community having low potential of succession	Landscape maintenance	▪ Maintenance of nature vegetation management and implementation of continuous monitoring	4,801	0.2
P. densiflora community having high potential of succession	Positive management	▪ Removal of Quercus serrata and Prunus sargentii in sub-canopy layer	2,330,869	95.1
P. densiflora community be in the process of succession	Negative management	▪ Pruning of deciduous broad-leaved tree competing with Pinus densiflora	88,575	3.6
P. densiflora community be in the process of natural selection	Ecological succession maintenance	▪ Maintenance of succession process to Deciduous broad-leaved community	27,053	1.1
Total			2,451,299	100.0

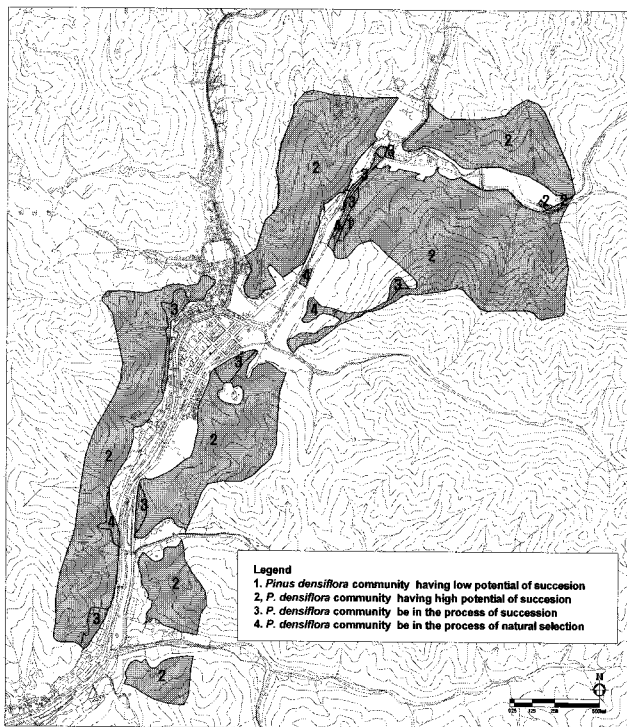


Figure 8. The structure map of the *Pinus densiflora* forest in the Beopjusa area, Songnisan National Park

al., 1990) 지속가능한 문화경관관광자원으로서 후대에게 잘 계승할 수 있도록 소나무림 식생경관의 보전 및 관리방안을 제시하였다.

현재 범주사 주변지역은 공원자연보존지구로서 식생관리가 제한되어 있지만 범주사 문화경관 관리차원에서 식생관리가 검토되어야 한다. 소나무림 식생경관의 지속적인 보전관리는 소나무군집 유형을 기초로 한 관리지역 설정이 필요하다. 소나무군집 유형은 교목층 우점비율 및 아교목층 우점종에 따라 천이잠재성이 낮은 소나무군집, 천이잠재성이 높은 소나무군집, 천이진행중인 소나무군집, 도태중인 소나무군집으로 구분하였다. 교목층에 소나무가 우점하면서 아교목층에 낙엽활엽수의 비율이 낮은 천이 잠재성이 낮은 소나무군집은 4,801ha이었으며 아교목층에 낙엽활엽수류가 우점하고 있는 천이잠재성이 높은 소나무군집이 233.1ha로 대부분이었다. 교목층에서 소나무가 우점하면서 낙엽활엽수가 분포하고 있는 천이진행중인 소나무군집은 8.8ha이었으며 교목층에서 낙엽활엽수의 비율이 소나무보다 높은 도태중인 소나무군집은 2.7ha로 분포하였다.

천이잠재성이 높은 소나무군집은 아교목층 낙엽활엽수를 제거하는 적극적인 관리가 필요하며 천이진행중인 소나무군집은 교목층 낙엽활엽수 가지치기 정도의 소극적인 관

리가 적당하다. 도태되는 소나무군집은 소나무림이 유지되기 어려우므로 낙엽활엽수림으로 자연적인 천이가 될 수 있도록 유지하는 것이 바람직하다.

## 인용문헌

- Brower, J. E and J. H. Zar(1977) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company. 194pp.
- Curtis J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 376-496.
- Han, B.H., W. Cho, S.D. Lee(2001) Plant Community Structure of Donghaksa Valley in Kyeryongsan National Park. Korean Journal of Environment and Ecology 14(4): 238-251.
- Jo, J.C.(1987) Studies on the conservation of *pinus densiflora* community in the nature park : case study of hongru dong ravine, mt. gaya national park. Thesis for the Degree of Master, Graduate School, University of Seoul, 56pp.
- Lee, B.H.(1973) Yanghwasolok. Ulyou press. 193pp.
- Lee, C.S., J.H. Kil, Y.H. You(1998) Effects of Simulated Acid Rain on Histology, Water Status and Growth of *Pinus densiflora*. Korean J. Ecol 21(2): 117-124.
- Lee, K.J., B.H. Han, O.K. Lee(1996) Vegetation Structure Analysis and Ecological Distance of *Pinus densiflora* Community in Chayang-Chon Area, Soraksan National Park.
- Lee, K.J., K.B. Yim, J.C. Jo, C.H. Ryu(1990) Studies on the Structure of the Forest Community in Mt. Sokri ( I )-The Conservation Planning of *Pinus densiflora* Community Journal of Korean Applied Ecology 4(1): 23-32.
- Lee, K.J., W. Cho, B.H. Han(1996) Plant Community Structure of *Pinus densiflora* Forests in Odaesan National Park. Korean Journal of Environment and Ecology 9(20): 115-125.
- Lee, K.J., J.W. Choi, W.K. Choi, B.H. Han(2006) Ecological Characteristics and Change for Fifteen Years(1989~2004) of Plant Community Structure of the *Pinus densiflora* S. et Z. Forest in Hongrudong Valley, Gayasan National Park. Korean Journal of Environment and Ecology 20(2): 188-199.
- Lee, K.J., K.K. Oh, C.H. Ryu(1990) Management Proposal of Sokli Mountain National Park. Journal of Korean Applied Ecology 4(1): 89-108.
- Lee, K.J., J.S. Kim, J.W. Choi, B.H. Han(2008) Vegetation Structure of *Abies holophylla* Forest near Woljeong Temple in Odaesan National Park Korean Journal of Environment and Ecology 22(2): 173-183.
- Lee, K.W.(2008) A Study of Landscape Characteristics and Maintenance Method of Beopjusa Forest. Thesis for the Degree of Master, Graduate School, University of Hankyong, 81pp.
- Lee, W.T., C.H. Lee(1989) Plant Sociological Studies on the *Pinus*

- densiflora* Forest in Korea. Korean J. Ecol 12(4): 257-284.
- Ministry of Construction(1985) Songnisan national park planning. Ministry of Construction, 341pp.
- Monk, C. D., G. I. Child and S. A. Nicholson(1969) Species Diversity of a Stratified Oak-hickory Community. Ecology, 50(3): 468-470.
- Oh, K.K., T.H. Kwon, J.Y. Lee(1990) Edge Vegetation Structure in the Mt. Sokri National Park. Journal of Korean Applied Ecology 4(1): 44-50.
- Oh, K.K., K.J. Lee, K.B. Yim(1998) Vegetational Management Planning of the Namsan Nature Park in Seoul on the Basis of Phytosociological Characteristics. Jour. Korean For. Soc 77(1): 1-9.
- Song, H.K., S.D. Kim, K.K. Jang(1995) An Analysis of Vegetation-Environment Relationships of *Pinus densiflora* for. *Erecta* and Chunyang-type of *Pinus densiflora* Communities by TWINSPLAN and DCCA. Jour. Korean For. Soc 84(2): 266-274.
- Yim, K.B., I.H. Park, K.J. Lee(1980) Phytosociological Changes of *Pinus densiflora* Forest Induced by Insect Damage in Kyonggi-do Area. Jour. Korean For. Soc 50: 56-71.